



FRONTVONALBAN AZ ÉRZÉKELŐK

# A negyedik ipari forradalom zászlóshajója a mesterséges intelligencia

Az elmúlt években számos előrejelzés jelent meg arról, hogy mekkora üzleti lehetőséget jelent a mesterséges intelligencia, és mennyit költenek majd világszerte ilyen technológiákra a vállalkozások és egyéb szervezetek. Bár a prognózisokban szereplő összegek jókora szórást mutatnak, abban megegyeznek, hogy dinamikus fejlődés várható ezen a területen.

A világ egyik legismertebb, a technológiai szektorra fókuszáló kutatócége, az IDC, tavaly nyár végén hozott nyilvánosságra egy becslést, amelyben a 2021-es, MI-hez kapcsolódó költséket világszinten 85,3 milliárd dollárra becsülték. A társaság a 2021 és 2025 közötti időszakra fogalmazott meg egy előrejelzést ebben a tanulmányában, amely szerint e 4 éves periódus végére már meghaladhatja a 200 milliárd dollárt a vállalkozások által MI-re fordított összeg, ami évente átlagosan 24,5 százalékos bővülést jelent.

A mesterséges intelligencia technológiákra költött pénz vizsgálva a kiskereskedelem és a bankszektor jár élen, mindkét szegmens közel 14 százalékos részesedéssel bír a teljes költsékből, míg a harmadik ágazat ebben az összevetésben a gyártóipar, az MI megoldásokra szánt összeg majdnem tíz százalékát a termelőcégek adják. Az IDC szakértői szerint a gyártásban érdekelt vállalatok főként minőségellenőrzésre és a preventív karbantartás automatizálására használják a mesterséges intelligenciát. Az Ipar 4.0 vonulatban az MI is fontos szerepet játszik, egyelőre főként a minőségellenőrzésnél és a preventív karbantartásnál alkalmazzák.

## Jóslórezgések

A gépek, szerszámok állapotának felmérésére, a szükséges karbantartások időpontjának pontos meghatározására és a meghibásodások elkerülésére hozhat hasznos megoldást az a kutatás, amelyen jelenleg is dolgoznak a BME Ipar 4.0 Technológiai Központjában. „Az elképzelésünk az, hogy a berendezések rezgése alapján határozzuk meg, milyen állapotban vannak. Ehhez az egyik út az lenne, hogy a rezgések időbeli lefutását vizsgáljuk, ami azonban másodpercenként több kilobájtnyi adatot jelentene, így, ha folyamatosan, órákon keresztül gyűjtjük, akkor már jelentős mennyiségről beszélhetünk, amelynek ráadásul nagy része ismétlődik, így igazából nem hasznos információ számunkra. Ezért úgy döntöttünk, hogy azt nézzük meg, hogy milyen frekvenciakomponensek vannak a rezgésben. A rezgéseket gyorsulásmérő szenzorokkal, vagy egyszerű mikrofonnal mérjük, a jeleket rögtön fel is dolgozzuk, mikrokontrollerekkel, ún. FFT (fast Fourier transformation) algoritmussal, így egyből a rezgés spektrumát kapjuk, vagyis azokat a frekvenciaértékeket, amelyek a rezgésben megtalálhatók”, mondta el Kovács László, az Ipar 4.0 Technológiai Központ vezetője.

Ez a megközelítés azt eredményezi, hogy jóval kevesebb adattal kell dolgozni, és egyből a releváns információt gyűjtik. A rezgések számos okból keletkezhetnek, például, ha egy szerszámgép főorsójának akár csak egészen minimális holtjátéka van, akkor már megjelennek a fordulatszámnak, illetve felharmonikusainak megfelelő komponensek. De mikrorezgések keletkeznek akkor is, amikor például az esztergakés leválasztja a forgácsot, ekkor is megfigyelhetők egyedi frekvenciakomponensek, amelyek sok-sok paramétertől függenek. „Ezekből az információkból pedig következtethetünk arra, hogy milyen állapotban van az

adott szerszámgép, mennyire kopott például maga a forgácsoló szerszám. Ez azért nagyon fontos információ, mert ha túl korán cserélnek szerszámot a gyártás során, akkor nem a leghatékonyabban működtetik az adott gépet, ami veszteséget okoz a cégnek. De még nagyobb kárt okozhat, ha túl sokáig halogatják a szerszámcsereét, hiszen, ha túlságosan elkopik, selejtet gyárt, de óriási költsége lehet annak is, ha eltörik. Most azon dolgozunk, hogy megtanítsuk az MI-nek, hogyan tudja a rezgések elemzésével megállapítani, hogy fenyeget-e a meghibásodás veszélye”, részletezte Kovács László.

A szakemberek egy hagyományos esztergagépen helyeztek el folyamatosan működő, rezgésmérő szenzorokat. Információikat pedig párosítják a berendezéssel történt eseményekkel, például szerszámtöréssel, a főorsó meghibásodásával. Ezekkel az adatok-



KOVÁCS LÁSZLÓ, BME IPAR 4.0 TECHNOLÓGIAI KÖZPONT

FORRÁS: IIB

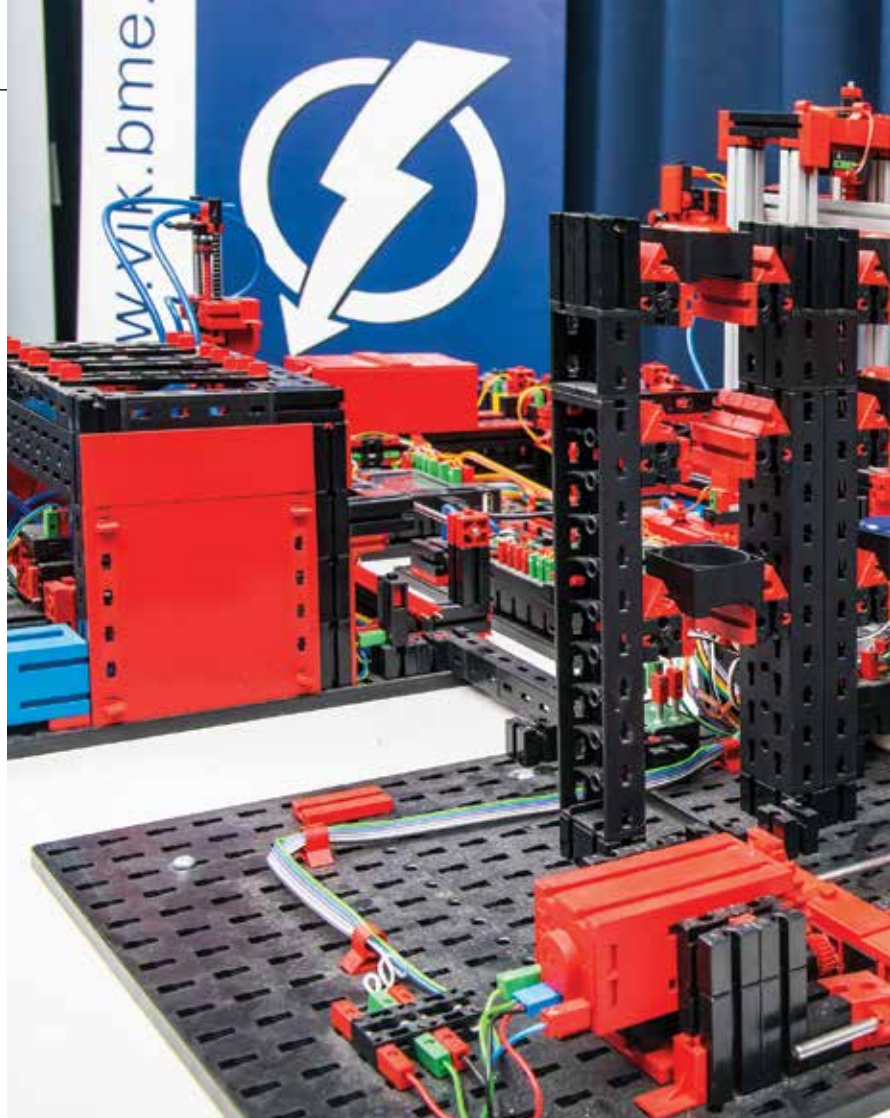
## Így tanul a gép

„Egy gépi tanulás projekt első lépése a probléma matematikai megfogalmazása, azt kell jól kitalálni, alaposan átgondolni, hogy mit szeretnénk elvárni a rendszertől, azaz mit mibe szeretnénk leképezni”, mutatott rá *Grad-Gyenge László* mesterségesintelligencia-szakértő, a BME tudományos segédmunkatársa. „A probléma jó megfogalmazása nagyon sokat számít abban, hogy milyen minőségben sikerül majd az algoritmusokat alkalmazni. Itt el lehet gondolkozni azon, hogy például idősoros adatok esetén nem egy adott időpillanatban vizsgáljuk a szenzorjeleket, hanem egy időintervallumban, amely fix vagy változó hosszúságú lehet. A Technológiai Központban futó projektek alapvetően szenzoradatokra épülnek, és a gyakorlatban mért adatok zajszintje jellemzően magas. Ilyen esetben érdemes több, egymás utáni mérést együttesen vizsgálni, így csökkenthető a zaj hatása. A gépi tanulás algoritmusai tipikusan példa alapon tanulnak, a projekt következő lépése a megfelelő adathalmaz létrehozása, adott mennyiségű tanítóadatot kell összegyűjteni. Azt, hogy pontosan mekkora mennyiségű tanítóadatra van szükség, a projekt kezdetekor csak sejteni lehet, a szükséges, minimális mennyiség menet közben derül ki. Fontos tudni, hogy a gépi tanulás algoritmusai olyan adatokon fognak jól működni, amilyen adatokhoz hasonlóval már találkoztak. Az összegyűjtött adatokon már taníthatók különféle modellek, illetve mérhető az egyes modellek teljesítménye is. Így a kutatás egyik utolsó lépése a megfelelő modell megkeresése, jó esetben megtalálása, amelynek megfelelő a modellezési képessége X és y közötti összefüggés leírásához”, fűzte hozzá.



GRAD-GYENGE LÁSZLÓ,  
BME

FORRÁS: BME



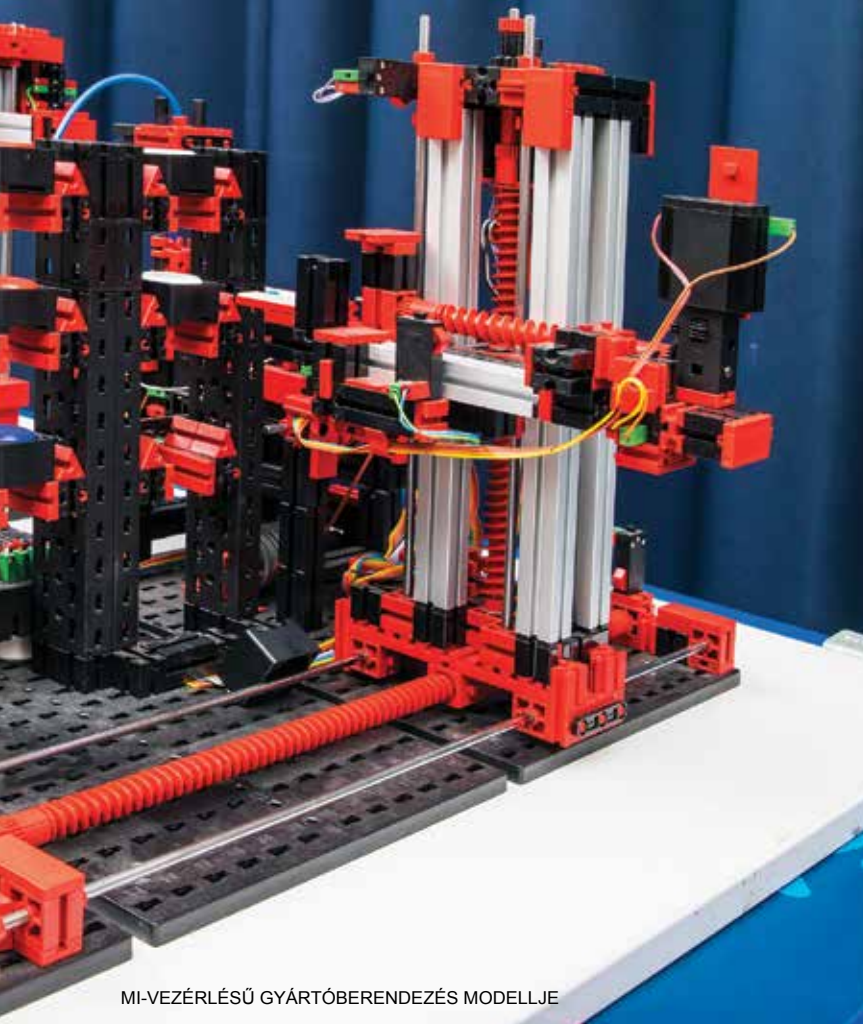
kal és információkkal „tanítják meg” a neurális hálót arra, hogy felismerje, hogy a rezgésekben beálló változások milyen eseményeket idézhetnek elő a gépben. „Maga a mérés ugyan nem bonyolult, de abban rengeteg kutatásunk és munkánk van, hogy felderítsük azokat az összefüggéseket, amelyek alapján aztán a neurális hálót is tanítani tudjuk, valamint a kapott eredményeket értelmezni tudjuk. Nyilván minél több adat és ismert összefüggés áll rendelkezésre, annál jobb eredményt tudunk elérni”, fűzte hozzá Kovács László.

## Földmunkában az MI

Egy másik izgalmas téma, amelyen *Tamás Kornél*, a BME Gép- és Terméktervezés Tanszék adjunktusa dolgozik, a szemcsés anyagok mozgásának vizsgálata. Az elkészült számítógépes modellt most a mesterséges intelligencia bevonásával tervezik kalibrálni. Ez a terület ugyan nem kötődik szorosan a klasszikus ipari termeléshez, viszont jó példa lehet arra, hogy a digitális megoldások és új technológiák alkalmazása még olyan, hagyományosnak tartott ágazatokban is kezd hódítani, mint a mezőgazdaság.

Az egyik alapprobléma, a szemcsés anyagok mozgásának vizsgálata, a talaj megforgatásához kapcsolódik, mivel nagy mértékben befolyásolja a talajművelés hatékonyságát, hogy a különböző jellegű talajok átmozgatásához milyen szerszámokat használnak. Ahhoz, hogy az ideális megoldást sikerüljön megtalálni, tudni kell például, hogy egy bizonyos formájú kultivátorszerszám, vagy eke az adott talajtípust hogyan mozgatja meg.

„Az egyik fő kihívást itt az jelenti, hogy olcsón tudjuk elvégezni a mérést. Optikailag ez körülményes lenne, a GPS-es megoldás ilyen kis elmozdulások



MI-VEZÉRLÉSŰ GYÁRTÓBERENDEZÉS MODELLJE

FORRÁS: ITB

méréséhez pedig rendkívül drága. A mi ötletünk az, hogy a méréshez olcsó, MEMS (mikro-elektromechanikai) alapú gyorsulásmérő szenzort használunk, amelyet egy 3D-nyomatással készült, műanyag »krumpliban« helyezettünk el. A gyorsuláértékekből az elmozdulást kétszeri integrálással kapjuk, ez viszont nagymértékben felerősíti a mérési hibákat, csökkentve a mérés pontosságát. A matematikai algoritmus helyett ezért az MI-t használjuk: szimuláljuk a szemcsés anyagok potenciális útvonalait, és ezek alapján próbáljuk megtanítani a mesterséges intelligenciának, hogy különböző gyorsulási adatokhoz milyen elmozdulás kapcsolódik”, írta le az eljárást Tamás Kornél. „Egy robotkarral teljesen véletlenszerűen mozgattuk ezt a berendezést. A szenzornak köszönhetően megvannak a gyorsulási adatok, míg a robotkar vezérlőjéből a pontos útvonalat tudtuk kinyerni, így már rendelkezésre állnak a tanítható adatok”, számolt be az új kutatásról Kovács László. A következő fázis az lesz, hogy a rendelkezésre álló rengeteg mérési adat felhasználásával megpróbálják megtanítani a mesterséges intelligenciát arra, hogy a gyorsulási adatokból visszaállítsa az elmozdulás pontos útvonalát.

## Gépkutya a gyártósor mellett

Izgalmas kutatási terület, és számos alkalmazási lehetőséget vet fel is az elektronikus orr projekt: különböző szagok érzékelésére tanítják meg a mesterséges intelligenciát. Ehhez természetesen szükség van megfelelő hardverre, a BME kutatásában olyan eszközt használnak, amelyben 9 fémoxid (MOS-) szenzort helyeztek el. Ezek az érzékelők az egyes anyagokra eltérő módon reagálnak. A fejlesztésen dolgozó szakemberek illatot kibocsátó

TAMÁS KORNÉL,  
BME

FORRÁS: BME

## AZ MI-megoldásokra szánt pénz már csaknem 10 százalékát a termelőcégek költik el

termékek – például kávé, tea, tejtermék – mellé helyezik a szenzorokat tartalmazó eszközt, amely így lényegében „szagmintát” vesz, ennek alapján később ismét beazonosíthatja az anyagokat. A tesztek során üdítőitalok, különböző kávék, tejtermékek esetében is jól működött a készülék, ráadásul a tejtermékek esetében azt is érzékelte, ha romlottak voltak, ez már egy üzleti alkalmazási terület lehet, például nagy áruházak hűtőpultjainál, vagy akár még a gyártás során, a csomagolásnál.

Hasznos segítség lehet egy MI-t és a gépi tanulást alkalmazó elektronikus orr a vegyiparban is. Vannak olyan folyamatok, amikor mérges gázok szabadulnak fel, és ilyenkor, ha azok koncentrációja elér egy bizonyos szintet, akkor az érzékelők riasztanak. Azonban a különböző gázok esetében eltérő szint lehet veszélyes, a most elterjedt érzékelők viszont valamilyen esetben egy beállított alsó értéknél bejeleznek, ami miatt sok a hibás riasztás. Az MI-vel támogatott elektronikus orr viszont, ha megfelelően „betanítják”, képes lehet megkülönböztetni az egyes gázokat, így külön-külön mérheti azok koncentrációját és tényleg csak akkor riaszt, amikor valamilyen kritikus szintet ér el.

Kalocsai Zoltán